

Experiencia de implementación del laboratorio remoto VISIR con estudiantes de ingeniería

Graciela Serrano¹ Carlos Martinez¹ Daniela Mauceri¹

¹*Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo*

gserrano@fcai.uncu.edu.ar, camartinez@fcai.uncu.edu.ar,
dmauceri@fcai.uncu.edu.ar

Resumen

Se presentan los resultados de la implementación de una experiencia didáctica utilizando el laboratorio remoto VISIR, con estudiantes de Ingeniería que cursaron Física II. Los estudiantes realizaron un pre test y un post test sobre el tema circuitos eléctricos, y un grupo realizó además una experiencia con el laboratorio remoto. Los resultados estadísticos reflejan que no hay diferencia estadística en los rendimientos, entre los estudiantes que realizaron el laboratorio remoto respecto de aquellos que no lo hicieron. Desde el punto de vista cualitativo no se observaron diferencias en el desempeño en general de los estudiantes, excepto en el aspecto procedimental de conexión y reconocimiento de instrumentos. Se resalta la valoración de los estudiantes del recurso, y también la capacidad del laboratorio para propiciar la resolución de problemas de manera colaborativa, aspecto esencial en la formación de profesionales. Si bien la experiencia se realizó en 2019, aportó insumos valiosos para abordar la Enseñanza Remota de Emergencia (ERE) en el ciclo lectivo 2020 en contexto de pandemia por COVID 19.

Palabras Clave: Laboratorios remotos; Enseñanza y aprendizaje; Circuitos eléctricos.

Abstract

The results of the implementation of a didactic experience using VISIR remote laboratory are presented, with engineering students in a Physics II course. The students carried out a pre-test and a post-test on the subject of electrical circuits, and one group also carried

out an experience with the remote laboratory. The statistical results reflect that there is no statistical difference in performance between the students who did the remote laboratory and those who did not. From the qualitative point of view, no differences were observed in the general performance of the students, except in the procedural aspect of connection and instrument recognition. The students' assessment of the resource is highlighted, as well as the laboratory's ability to promote collaborative problem solving, an essential aspect in the training of professionals. Although the experience was carried out in 2019, it provided valuable inputs to address Emergency Remote Teaching (ERT) in the 2020 academic year in the context of the COVID 19 pandemic.

Introducción

Es indiscutible la importancia del laboratorio en la enseñanza de la Física en todos los niveles y modalidades, y en particular en carreras de ingeniería, en las cuales los estudiantes tienen en el laboratorio instancias que les permiten apropiarse de habilidades fundamentales para el aprendizaje de la Física y para su futuro desempeño profesional. Entre estas habilidades podemos destacar: el manejo de equipamiento, la toma de datos, la estimación de errores, el registro, tratamiento y análisis de datos, además del trabajo colaborativo [1] y de apropiarse de conocimientos del campo conceptual de la disciplina.

Durante años la experimentación en ciencias se reducía a los laboratorios reales, es decir, a los que tradicionalmente se realizan en un lugar

físico con material disponible para que los estudiantes, bajo supervisión de los docentes, puedan recrear situaciones diversas y confrontar marcos teóricos [2]. En las últimas décadas, el desarrollo computacional ha llevado a que los docentes dispongan de nuevas herramientas para la experimentación: hablamos de los laboratorios virtuales o simulaciones computacionales (LV) y los laboratorios remotos (LR), los que han ido cubriendo aquellos espacios que, por cuestiones de costo, disponibilidad de equipos o distancia, no podían ser cubiertas por los laboratorios reales.

Los laboratorios remotos (LR) permiten la experimentación real utilizando una computadora con conexión a Internet [3]. Los LR pueden considerarse como una evolución de los LV [4] pues no significa realizar una simulación de un fenómeno (como es el caso del LV) sino que son herramientas tecnológicas que configuran prácticas reales que no requieren desplazamiento del estudiante (o el científico) al lugar donde está emplazado el equipamiento, y le permiten realizar actividades como las de un laboratorio convencional, en la mayoría de los casos sin requerir de la sincronía entre docentes, estudiantes, personal de laboratorio, etc. Diferentes investigadores [5], [6], [7], [8] han estudiado aspectos vinculados a la enseñanza universitaria de la física empleando estos recursos virtuales, resaltando sus potencialidades en la promoción de aprendizajes.

Entre los laboratorios remotos (LR) disponibles para la enseñanza de circuitos eléctricos en diferentes niveles educativos se encuentra el laboratorio VISIR (Virtual Instrument Systems In Reality) que permite realizar experimentos con circuitos eléctricos. VISIR ofrece al usuario diversos recursos: protoboard para realizar conexiones de circuitos, multímetro para realizar mediciones de diferentes magnitudes eléctricas, fuente de

alimentación continua, generador de funciones y osciloscopio. Como en un laboratorio real cualquiera, el estudiante no dispone de un número ilimitado de recursos, sino que éstos son restringidos y sobre ellos puede operar [9]. Además, a diferencia de los LV, en los laboratorios remotos como en un laboratorio real presencial, hay diferentes fuentes de error, las cuales pueden y deben analizarse.

Como señalan Conejo-Villalobos, Arguedas-Matarrita y Concarí (2019) [10] en su valoración del laboratorio VISIR por parte de docentes y estudiantes, entre las limitaciones a su uso está la necesidad de tener un importante manejo previo del recurso y conocimientos teóricos antes de poder usarlo de manera efectiva en las clases. En tal sentido, si bien el recurso puede utilizarse por grupos de diferentes niveles de escolaridad, el conocimiento o la práctica de uso previo de las protoboard agiliza la comprensión y puesta en funcionamiento de los laboratorios diseñados con VISIR.

En la experiencia aquí relatada se muestran los resultados de implementar una secuencia de actividades consistente en una prueba diagnóstica o pre test, la realización del laboratorio remoto VISIR por parte del grupo experimental y finalmente un post test, y valorar las respuestas de los estudiantes de segundo año de Ingeniería, buscando indicadores de la potencialidad del uso del laboratorio remoto para promover aprendizajes significativos.

Al momento de realizar la investigación en el ciclo lectivo 2019, el mundo, y la comunidad educativa en particular, no imaginaba la realidad que le tocaría enfrentar en el 2020 con motivo de la pandemia por COVID 19. Por tal motivo, el conocimiento logrado que se describe en este trabajo resultó sumamente valioso para poder dar clases, de manera asincrónica y a distancia, y promover

aprendizajes de física universitaria en carreras de ingeniería.

Descripción de la experiencia

La experiencia didáctica que se informa en este trabajo es parte de un proyecto de investigación que busca evidencias de la potencialidad de los Laboratorios Remotos para promover aprendizajes significativos de electricidad y magnetismo en asignaturas del ciclo básico de carreras de ingeniería.

En el ciclo lectivo 2019 los estudiantes de segundo año de ingeniería civil, estudiaron los temas correspondientes a circuitos eléctricos. La procedencia de los estudiantes es variada, con algunos alumnos provenientes de escuelas técnicas con orientación electromecánica o electrónica. En este sentido, para los temas abarcados de circuitos, se notó una gran diferencia entre los alumnos técnicos de los alumnos no técnicos. Para los primeros, el tema es sumamente familiar y tienen manejo avanzado de instrumentos de medición, mientras que para los alumnos que no provienen de escuelas técnicas, el tema es totalmente nuevo.

Al inicio de una clase de práctica de aula, luego del desarrollo de la teoría correspondiente al tema, todo el grupo de estudiantes respondió un cuestionario (pre test). Luego, durante la clase de práctica tradicional de 2 horas de duración, se realizaron algunos ejercicios a modo de aplicación de los contenidos básicos de circuitos eléctricos, asociación de resistencias, instrumentos y formas de conexión. Posteriormente el grupo de estudiantes se dividió en grupo experimental y grupo control, solicitando al grupo experimental la realización de una experiencia de laboratorio en forma individual en su domicilio y fuera del horario de clases, experiencia mediada por el laboratorio remoto VISIR, del cual les fue suministrado un video tutorial. A la semana siguiente a la realización

de la experiencia de laboratorio remoto, todos los estudiantes completaron un nuevo cuestionario, post test. Para el estudio final de los resultados se seleccionó a aquellos estudiantes que completaron la totalidad de las tareas y asistieron a todas las clases, así el grupo control quedó conformado por 9 estudiantes, y el grupo experimental por 7. Varias cuestiones de los test se adaptaron de bibliografía básica de física [11], [12].

Pre test

El pre test se diseñó de manera de poder conocer las percepciones de los estudiantes sobre los temas: resistores, baterías, asociación serie y paralelo, ley de Ohm, potencia e instrumentos de medición eléctrica (voltímetro y amperímetro). Consistió en tareas que los llevaran a representar conexiones, diferenciar características de las asociaciones serie y paralelo con dos resistores y una batería, caracterizar el brillo de una lamparita en función de su conexión en el circuito, y proponer formas de conexión en un circuito formado por varias lamparitas e interruptores, de manera de lograr un objetivo particular. También se solicitó reconocer, a partir de la forma de conexión al circuito, voltímetros y amperímetros. Finalmente, se les pidió a los estudiantes que establecieran relaciones entre los conceptos básicos del tema de manera de poder analizar, con el post test, la posible evolución de conocimientos.

El laboratorio remoto VISIR

El laboratorio VISIR permite realizar experimentos con circuitos eléctricos por parte de usuarios de diferentes niveles de la educación: educación secundaria y universitaria, incluso se ha hablado de la posibilidad de implementarlo de modo cualitativo en educación primaria. VISIR ofrece al usuario diversos recursos: protoboard para realizar conexiones de circuitos, multímetro para realizar mediciones de diferentes magnitudes eléctricas, fuente de

alimentación continua, generador de funciones y osciloscopio. El laboratorio, de uso libre, tiene la ventaja de poder usarse de manera simultánea por el profesor y los estudiantes, y para acceder al mismo desde <https://labs.land/unedcr/register/> sólo se solicita matricularse.

Los docentes de la cátedra elaboraron un video explicativo relativo al uso y funcionamiento del laboratorio remoto, el que se entregó a los estudiantes para que tuvieran el paso a paso del ingreso y pudieran realizar la práctica experimental en sus casas. Los estudiantes no tenían experiencia previa con circuitos eléctricos, ya sea en el uso de protoboard, conexiones de elementos del circuito, multímetros (excepto los egresados de alguna escuela técnica con orientación eléctrica/electrónica) y con el video se intentaba acompañar en el uso del laboratorio, principalmente en los aspectos relacionados a las conexiones serie y paralelo, la conexión de baterías y el uso del multímetro.

Las tareas diseñadas para realizar en el laboratorio remoto buscaron promover la modelación de circuitos varios, la predicción de resultados, el diseño experimental a partir de indicaciones particulares, la toma de datos, la contrastación de los resultados experimentales con los resultados teóricos, y la elaboración de informes. Los estudiantes construyeron circuitos serie y paralelo con dos resistores y una batería, midieron valores de corriente y diferencia de potencial con los instrumentos adecuados, y compararon los resultados experimentales (con sus correspondientes errores) con los valores teóricos. También se les solicitó diseñar y poner en funcionamiento un circuito sencillo que cumpliera diferentes condiciones definidas a priori, de manera de poner en juego la apropiación del significado de conexión serie y paralelo. Las figuras 1 y 2 ilustran el diseño de circuito por un grupo de estudiantes, y las conexiones realizadas para contrastar el marco

teórico con los resultados de laboratorio, empleando VISIR.

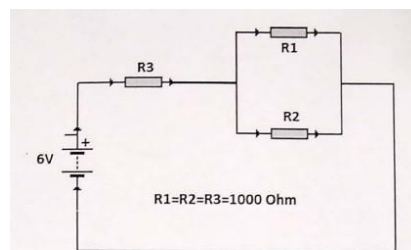


Figura N°5: Esquema del circuito mixto planteado para resolver los objetivos.

FIGURA 1. Se muestra el circuito diseñado por estudiante para cumplir la consigna “... al desconectar R1, las otras resistencias permitan el paso de corriente y al desconectar R3, las demás no funcionan”.

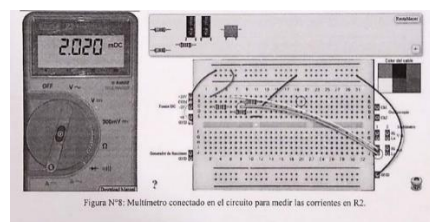


Figura N°8: Multímetro conectado en el circuito para medir las corrientes en R2.

FIGURA 2. Se muestra las conexiones realizadas con VISIR para el circuito diseñado de la figura 1.

Finalmente, se les solicitó a los estudiantes del grupo experimental que formularan una apreciación personal respecto a su experiencia del uso de este LR, las dificultades encontradas y comentarios que consideraran pertinentes.

Post test

En el post test se presentaron tareas que buscaban poner en acción los significados del tema y determinar posibles reestructuraciones vinculadas al uso del LR por parte del grupo experimental. Las tareas, si bien son diferentes de las del pre test, ponen en juego situaciones semejantes: reconocer instrumentos de medición eléctrica y sus medidas en un circuito eléctrico representado simbólicamente, determinar el brillo relativo de lamparitas en un circuito, interponer interruptores para lograr determinados fines, y finalmente, establecer relaciones entre conceptos básicos del tema.

Resultados

Los resultados de esta experiencia, consistentes en los informes de pre test y post test de grupo experimental y grupo control, y de laboratorio remoto del grupo experimental, admitieron un doble tratamiento: un tratamiento estadístico y un tratamiento cualitativo.

Puesto que el sistema de acreditación en la Facultad se basa en la calificación numérica obtenida, las respuestas se calificaron con notas y éstas se consideraron cuantitativamente como variable, indicadora indirecta de los aprendizajes logrados. Esta calificación numérica se empleó tanto en el pre test como en el post test. En rendimiento de cada estudiante se pudo caracterizar por una variable cuantitativa (0 a 42).

Se compararon estadísticamente las notas de los pre test con los post test de ambos grupos, buscando de este modo caracterizar los aprendizajes logrados por los 9 estudiantes del grupo control y los 7 del grupo experimental. Para el tratamiento estadístico de las notas se utilizó R-Project (<http://www.R-project.org/>)

Los resultados del tratamiento estadístico de las notas logradas por los estudiantes de ambos grupos en el pre test y post test se sintetizan en la Tabla 1. Se validaron supuestos de normalidad (prueba Shapiro-Wilk), homogeneidad de varianzas (prueba de Fisher) y, finalmente, se realizaron test t de Student para muestras pareadas y de comparación de medias.

TABLA I. Resultados estadísticos del rendimiento en Grupo experimental (GE) y Grupo control (GC).

Test de hipótesis: Comparación medias GE y GC pre test	p-valor = 0.2397	H0: Las medias son iguales
Test de hipótesis: Comparación medias GE y GC post test	p-valor = 0.926	H0: Las medias son iguales

Muestras pareadas	GE	GC
Media diferencia notas post test-pre test	3.638283	5.478927
Test de hipótesis muestras pareadas (H0: la diferencia es cero)	p-valor = 0.2055	p-valor = 0.1508

Para la interpretación cualitativa de las producciones de los estudiantes, se organizaron las respuestas de los estudiantes de ambos grupos buscando complementar el estudio estadístico, y describir los aprendizajes logrados no solamente de manera cuantitativa (con una nota) sino con atributos cualitativos como, por ejemplo: disponibilidad de conceptos en las explicaciones y/o resoluciones de ejercicios, rigor científico de las explicaciones y/o resoluciones de ejercicios, calidad y pertinencia de las relaciones entre conceptos.

En el pre test los conceptos más empleados en las explicaciones son “corriente eléctrica” y “resistencia”, en tanto que para ambos grupos la “ley de Ohm” se mostró como respaldo de la toma de decisiones y expresión de la relación entre variables en el circuito. Más de la mitad de los estudiantes propusieron relaciones en forma simbólico algebraica entre las magnitudes involucradas, pero sin aclarar significados, evidencia de la escasa disponibilidad de recursos verbales para la interpretación. Tres estudiantes del grupo total de 16 alumnos, no mostraron relaciones entre conceptos. Las relaciones cuantitativas mostradas por los estudiantes no fueron utilizadas para resolver un problema sencillo de dos lámparas idénticas conectadas en paralelo (figura 3), lo que es evidencia de que los estudiantes no se habían apropiado de los significados de la ley de Ohm, asociación en paralelo.

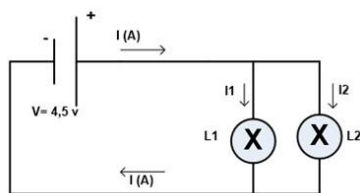


FIGURA 3. Circuito para decidir si es verdadera o falsa la proposición (suponiendo resistencias iguales)
“Si la corriente es de 0,5A, cada lamparita tiene una resistencia de $4,5\Omega$ ”

En el post test se notó una diferencia importante en los reconocimientos y conexiones de instrumentos de medición: mientras que en el pre test solamente la cuarta parte de los estudiantes selecciona correctamente amperímetros y el doble los voltímetros, en el post test todos los estudiantes del grupo experimental reconocen y conectan los instrumentos, y poco más de la mitad del grupo control lo hacen correctamente.

Sin embargo, en tareas más complejas en las que los estudiantes tuvieron que aplicar la Ley de Ohm para deducir valores de las medidas de los instrumentos, las respuestas de estudiantes que realizaron el laboratorio remoto y los del grupo control, no muestran diferencias significativas. A modo de ejemplo, la figura 4 muestra una de las tareas solicitadas:

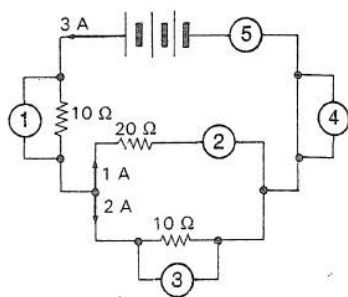


FIGURA 4. Circuito para responder ¿Cuáles son las lecturas de los instrumentos ideales marcados con ①, ②, ④? (Adaptado de Máximo Alvarenga, Física General)

Poco más de la mitad de todos los estudiantes reconoció el voltímetro señalado con ① y dedujo el valor de la medida, mientras que

menos de la mitad pudo responder correctamente en el caso del amperímetro ② y menos de la cuarta parte dedujo el valor de la lectura del instrumento ④.

En cuanto a la disponibilidad de conceptos y sus relaciones, hay estudiantes del grupo experimental que no modificaron sus respuestas, no obstante los análisis completos presentados en el informe del laboratorio remoto, lo cual lleva a considerar el compromiso en la respuesta de los test por parte de los estudiantes. Se observó un error generalizado en la formulación de relaciones entre energía-potencia-resistencia, pues la mitad de los estudiantes expresan que “los resistores disipan corriente”, o que “los resistores disipan voltaje/tensión”, pero solamente la cuarta parte relacionan “los resistores disipan calor/los resistores disipan energía” y el resto no establece relaciones entre los conceptos.

Análisis

Los resultados estadísticos informados indican que no hay diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos de ambos grupos antes de la realización de la experiencia de LR. Este resultado es esperable pensando que todos los estudiantes recibieron la misma instrucción.

El resultado de comparación de rendimientos en el grupo experimental llamó la atención a los autores, pues los resultados son semejantes a los obtenidos por los estudiantes que no realizaron el laboratorio remoto y resultan contrarios a los informados por García-Zubía et al. [9] quienes resaltaron los resultados superiores en el post test respecto al pre test con estudiantes que realizaron el laboratorio VISIR, en un estudio diferente al aquí informado pero que también buscaba valorar el aprendizaje de los estudiantes. El resultado informado en este trabajo es motivo del análisis que se comparte a continuación y que

sirve de reflexión para futura implementación de la actividad virtual.

Por una parte, debería replantearse la secuencia didáctica, en tanto los estudiantes poseían mínimos conocimientos teóricos para abordar las pruebas y el LR. Los mismos test merecen una revisión en cuanto a la formulación de las consignas.

En tanto a la realización del LR, informado por los 7 estudiantes del grupo experimental, hemos de tener en cuenta que el empleo de un laboratorio remoto de cualquier característica, y en particular el VISIR, exige de parte de los estudiantes poseer habilidades vinculadas al manejo de equipamiento remoto. También deben reconocer características de este tipo de laboratorios que los hace diferentes a los laboratorios virtuales, y que los estudiantes deben poder identificar e interpretar en su contexto: Los resultados son los que corresponden a un conjunto de datos, no ideales sino reales, y sometidos a una experiencia. Por lo tanto, el reconocimiento de la experiencia y el tratamiento de los errores resulta fundamental. Los estudiantes del grupo bajo estudio no poseían estas habilidades, y en particular, era la primera experiencia de laboratorio remoto a la que tenían acceso. Por otra parte, la realización de una experiencia de laboratorio puede tener como finalidad introducir a los alumnos en el tema o poner en acción conocimientos teóricos ya adquiridos; en este caso, el laboratorio remoto actuó como una situación más para contribuir a la conformación del campo teórico, y esta elaboración de conceptos no es instantánea ni lineal, requiere de tiempo y de situaciones diversas que contribuyan a la conformación del esquema mental por parte de cada estudiante.

Los alumnos del grupo experimental mencionaron aspectos que dificultaron el trabajo con el laboratorio remoto, como por ejemplo la forma de realizar las mediciones: “A partir de la primera realización del

laboratorio, se tuvieron enormes dificultades para realizar las mediciones [...] debido a que no se había ajustado la tensión desde la fuente de corriente continua”. Otro estudiante comentó “*La realización de este laboratorio fue un desafío donde tuvimos que comprender el funcionamiento de la protoboard, pero consideramos que aún nos falta por aprender...*”

Estos comentarios son sumamente interesantes pues muestran uno de los aspectos positivos del trabajo con este tipo de recursos: la posibilidad de repetir la experiencia y consensuar con el grupo para proponer soluciones a situaciones que impiden el avance favoreciendo un trabajo colaborativo verdadero, y al mismo tiempo lleva a los autores a la afirmación inicial: es necesario un adiestramiento mayor de los estudiantes en el manejo de este tipo de equipamiento para poder valorar de manera definitiva sus posibles virtudes, como han reportado otros investigadores [9], [10].

A los estudiantes se les solicitó analizar aportes del uso del LR, y a modo de ejemplo citamos “*El LR nos brindó mejores maneras de entender cómo funcionan los circuitos eléctricos y de qué manera se comportan, dependiendo el tipo de circuito que se presente*”, y otro estudiante mencionó “*La realización de este trabajo con el LR ha sido de gran ayuda para poder percibir y realizar distintas experiencias que se podrían realizar en la vida real...*”. En general los estudiantes valoraron positivamente el uso del recurso virtual, no obstante, las dificultades que encontraron (y pudieron superar) para su implementación. Por otra parte, recomiendan implementarlo en la cátedra “*...ya que facilitará el conocimiento a los estudiantes.*” “*Creemos que la implementación en el desarrollo de los trabajos prácticos favorece a que los alumnos se interesen más ya que las clases se hacen mucho más didácticas.*”

Se observa como dificultad recurrente en los análisis de los alumnos la no disponibilidad de nociones de teoría de errores, que permitirían comparar de manera formal los resultados experimentales con el marco teórico. A modo de ejemplo, en un circuito serie formado por dos resistores y batería, el estudiante mide una corriente menor en un resistor que en el otro; reconoce esta diferencia: *“Esto no corresponde a la Ley de Kirchoff, sin embargo, los valores son relativamente pequeños”*. Esta interpretación puede inducir a un error conceptual por cuanto el estudiante “ha medido” corrientes diferentes, y al no disponer de herramientas de teoría de errores, no puede realizar la comparación correcta de los datos obtenidos. Este mismo estudiante, en el pre test reconoció que la corriente es mayor en la resistencia que está más cerca del borne positivo de la batería, y en el post test identificó que las corrientes en los resistores conectados en serie *“en la práctica es mayor”* en el resistor que está cerca de la batería, *“pero en la teoría son iguales”*. Este ejemplo muestra de qué modo las concepciones previas de este alumno, vinculadas a una noción de corriente como fluido que se va perdiendo conforme circula por el circuito [13] no ha podido ser modificada y requiere un trabajo con otras situaciones que lo lleven a confrontar sus conceptos y relaciones entre ellos.

Cabe resaltar que en cada tarea se les solicitó medir e indicar la medida con su correspondiente error, pero sin duda para todos los estudiantes de este grupo experimental, la idea de error no tiene significado.

En cuanto a los comentarios positivos de los estudiantes del grupo bajo estudio luego de realizar la experiencia de LR con VISIR, son semejantes a los mostrados por otros estudios [14], [9] y en ellos radica una de las potencialidades del LR para promover aprendizajes significativos, puesto que favorece una actitud favorable del estudiante hacia su aprendizaje. Además, el trabajo con

el LR lleva al estudiante a encontrarse con situaciones, formas de trabajo y equipamientos que son los que se utilizan en los ámbitos laborales de los cuales a futuro formará parte, dando esto una motivación para el aprendizaje del tema.

De los informes de los laboratorios remotos observamos que, a pesar de las dificultades citadas, los estudiantes pudieron responder a las consignas dadas, sin apoyo docente específico, poniendo en acción capacidades propias de la investigación en ciencias vinculadas a la producción de informes, la representación gráfica, el análisis de datos, y también habilidades de trabajo colaborativo esenciales en la formación actual del ingeniero.

En el análisis cualitativo de las tareas de los estudiantes no se aprecian diferencias entre los dos grupos en las tareas de reconocimiento de conceptos, elaboración verbal de relaciones, aplicación de relaciones y conceptos de manera adecuada. La diferencia más notable y esperable, está en el reconocimiento de instrumentos de medición, que es en la totalidad de los estudiantes del grupo experimental luego de hacer el laboratorio remoto, mientras que algunos de los estudiantes del grupo control no pudieron identificar correctamente voltímetro y amperímetro.

Conclusiones

Los resultados estadísticos, para estos pequeños grupos de estudiantes de Ingeniería, reflejan que no hay diferencia estadística en los rendimientos entre los estudiantes que realizaron el laboratorio remoto respecto de aquellos que no lo hicieron, aspecto que nos lleva a la necesidad de replantear la formulación de los test y las tareas, para incorporar el laboratorio remoto de manera más eficaz en las actividades del estudiante. Este recurso virtual requiere, por parte de los estudiantes, un alto grado de involucramiento

en la actividad y de colaboración, aspectos ambos esenciales para la promoción de aprendizajes significativos, como señalan otros autores [8]. Se resalta la valoración de los estudiantes del recurso y sus sugerencias de llevar su uso a todo el curso, y también la capacidad del laboratorio remoto para propiciar la resolución de problemas de manera colaborativa, aspecto esencial en la formación de profesionales.

Desde el punto de vista cualitativo no se observaron diferencias en el desempeño en general de los estudiantes, excepto en el aspecto procedimental de conexión y reconocimiento de instrumentos de medida eléctricas, aspecto que tiene mejores resultados por parte de los estudiantes que han realizado la experiencia de laboratorio remoto.

De los resultados de la experiencia relatada, los autores consideran que se requiere mejorar el diseño de las actividades didácticas que involucren la realización de este LR, como en cualquier laboratorio, de modo de valorar de manera más efectiva el logro de aprendizajes asociados al uso de este recurso virtual por parte de los estudiantes.

El grupo de docentes de la cátedra valora muy positivamente la implementación y valoración de la experiencia de laboratorio remoto realizada en circunstancias de dictado normal de clases, por cuanto permitió adquirir conocimiento para el posterior uso en el ciclo lectivo 2020, en un dictado totalmente virtual de la asignatura, en el cual el empleo de recursos de laboratorio virtuales y remotos fue esencial para asegurar a los estudiantes el acercamiento a la experimentación en física.

Agradecimientos

A la SIIP de la UNCuyo por la financiación del proyecto 06/L156.

Referencias

- [1] Romero, R., Stoessel, A. y Rocha, A. (2020). *Un estudio de diseño sobre la implementación de laboratorios remotos en la enseñanza de la física universitaria: la observación del trabajo de los estudiantes*. Revista de Enseñanza de la Física, 32 (1), 77-91.
- [2] Rosado, L. y Herreros, J. (2005). *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física*. International Conference on Multimedia and CT in Education. Recuperado de: <https://observatoriotecedu.uned.ac.cr/media/286.pdf>
- [3] Arguedas-Matarrita, C. y Concari, S. B. (2018). Características deseables en un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física: indagando a los especialistas. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 35 (3), 702-720.
- [4] Lorandi Meddina, P., Hermida Sab, G., Hernández Silva, J. y Ladrón de Guervara Durán, E. (2011). Los Laboratorios Virtuales y los Laboratorios remotos en la Enseñanza de la Ingeniería. Revista Internacional de Educación en Ingeniería, 4, 24-30
- [5] Lerro, F. y Marchisio, S. (2016). Preferences and uses of a remote lab from the students' viewpoint. International Journal of Online Engineering, 12(3), 53-57. Recuperado de <http://onlinejournals.org/index.php/ijoe/article/view/5468/3855> (13/03/2021).
- [6] Concari, S. y Kofman, H. (2012). *Laboratorio remoto: una tecnología emergente para la formación en ingeniería*. XVII Congreso internacional de tecnologías para la educación y el conocimiento. Tecnologías Emergentes XVIICITEC 2012, 3-5 de julio, Madrid, España
- [7] Marchisio, S., Concari, S., Lerro, F. y Kofman, H. (2014). *Acerca de logros y*

dificultades: valorando desarrollos tecnológicos y experiencias educativas con laboratorios remotos en Argentina. En *Dialogo entre culturas: estrategias didácticas y tecnologías educativas*. Pizarra digital. Madrid: UNED,

a través de los laboratorios remotos. Revista de docencia Universitaria 14 (1), 377-403.

[8] Arriassecq, I. y Santos, G. (2017). *Nuevas tecnologías de la información como facilitadoras de aprendizaje significativo*. Archivos de Ciencias de la Educación, 11 (12), e030. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.24215/23468866e030>

[9] García-Zubía, J., Romero, S., Guenaga, M., Hernández-Jayo, U., Angulo, I., Cuadors, J., González-Sabaté, L., Orduña, P., Dziabenko, O., Rodríguez-Gil, L. (2014). *Experiencia de Uso y Evaluación de VISIR en Electrónica Analógica*. XI Congreso TAEE Universidad de Deusto.

[10] Conejo-Villalobos, M., Arguedas-Matarrita, C. y Concarí, S. (2019). *Difundiendo el uso de laboratorios remotos para la enseñanza de la Física: Talleres con docentes y estudiantes*. Revista de Enseñanza de la Física, 31. N°Extra, Nov.2019,205-213

[11] Máximo, A. y Alvarenga, B. (2008). *Física General*. Oxford University Press. México.

[12] Serway, R. y Jewett, J. (2014). *Física para ciencias e Ingeniería*. Cengage Learning. México.

[13] Periago, M. C. y Bohigas, X. (2005). *Persistencia de las ideas previas sobre potencial eléctrico, intensidad de corriente y ley de Ohm en los estudiantes de segundo curso de Ingeniería*. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 7 (2). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-periago.html>

[14], Gómez, A., García Pérez, M. y Díaz Orueta, G. (2016). *La Evaluación como instrumento de formación para el aprendizaje*